

**Bibliographic Information**

**Plastic foils with improved light transmission for agriculture.** Ebner, Guido; Hefti, Heinz. (Ciba-Geigy A.-G., Switz.). Ger. Offen. (1988), 10 pp. CODEN: GWXXBX DE 3818986 A1 19881222 Patent written in German. Application: DE 88-3818986 19880603. Priority: CH 87-2142 19870605. CAN 111:92325 AN 1989:492325 CAPLUS (Copyright 2003 ACS on SciFinder (R))

**Patent Family Information**

<u>Patent No.</u>	<u>Kind</u>	<u>Date</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
DE 3818986	A1	19881222	DE 1988-3818986	19880603

Priority Application

CH 1987-2142	19870605
--------------	----------

**Abstract**

Transparent foils for improvement of the rate of photosynthesis in plants contain a fluorescent compd. that absorbs at 300-400 nm and shows fluorescence at 430-470 nm. Application of 0.1% 2,5-benzoxazol-2-ylthiophene to a polyester foil increased light transmission at 430 and 440 nm, by 30 and 40%, resp. Potted water cress exposed in the dark to UV light showed normal development when wrapped into this foil. In the absence of the fluorescent compd., the foil had little effect, and growth was unsatisfactory.



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑪ DE 3818986 A1

②1 Aktenzeichen: P 38 18 986.0  
②2 Anmeldetag: 3. 6. 88  
④3 Offenlegungstag: 22. 12. 88

Behördeneigentum

⑤1 Int. Cl. 4:  
C09 B 23/00

C 09 B 23/14  
C 09 B 23/16  
C 09 B 23/12  
C 09 K 11/00  
C 09 K 11/02  
D 06 L 3/12  
B 41 M 5/26  
A 01 G 9/14  
// (C08J 5/18,  
C08L 77:00,67:02,  
33:06,27:06,25:04,  
23:02,1:12,1:02,  
C08K 5:01,5:06,5:29,  
5:34,5:35,5:42,5:45)

DE 3818986 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
05.06.87 CH 2142/87

⑦1 Anmelder:  
Ciba-Geigy AG, Basel, CH

⑦4 Vertreter:  
Assmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Klingseisen, F.,  
Dipl.-Ing.; Zumstein, F., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Ebner, Guido, Dr., Eiken, CH; Hefti, Heinz, Dr.,  
Reinach, CH

⑤4 Transparente Folie

Die Erfindung betrifft transparente Folien, enthaltend einen fluoreszierenden Stoff, dadurch gekennzeichnet, daß der fluoreszierende Stoff Licht der Wellenlänge von 300 bis 400 nm absorbiert und ein Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm fluoresziert und daß die Folie den fluoreszierenden Stoff in einer solchen Menge enthält, daß bei Tageslicht die Transmission im Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm zu mehr als 10% verstärkt wird, sowie ein Verfahren zur Verbesserung der Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Zellen und Pflanzen, Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Folie und eine Anordnung zur Verbesserung der Photosyntheserate.

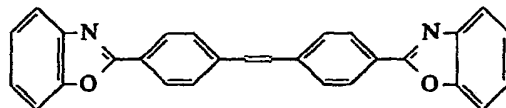
DE 3818986 A1

## Patentansprüche

1. Transparente Folien, enthaltend einen fluoreszierenden Stoff, dadurch gekennzeichnet, daß der fluoreszierende Stoff Licht der Wellenlänge von 300 bis 400 nm absorbiert und ein Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm fluoresziert und daß die Folie den fluoreszierenden Stoff in einer solchen Menge enthält, daß bei Tageslicht die Transmission im Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm zu mehr als 10% verstärkt wird.
2. Transparente Folie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluoreszenzmaximum des fluoreszierenden Stoffes im Bereich von 450 bis 470 nm liegt und die Transmission im Wellenlängenbereich von 450 bis 470 nm zu mehr als 10% verstärkt wird.
3. Transparente Folie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluoreszenzmaximum des fluoreszierenden Stoffes im Bereich von 430 bis 450 nm liegt und die Transmission im Wellenlängenbereich von 430 bis 450 nm zu mehr als 10% verstärkt wird.
4. Transparente Folie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluoreszenzmaximum des fluoreszierenden Stoffes im Bereich von 440 bis 460 nm liegt und die Transmission im Wellenlängenbereich von 440 bis 460 nm zu mehr als 10% verstärkt wird.
5. Transparente Folie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluoreszenzmaximum des fluoreszierenden Stoffes im Wellenlängenbereich von 445 bis 460 nm liegt und die Transmission im Wellenlängenbereich von 445 bis 460 nm zu mehr als 10% verstärkt wird.
6. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einen Verstärkungsgrad von über 20%.
7. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Verstärkungsgrad von über 50%.
8. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen Verstärkungsgrad von über 100%.
9. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtdurchlässigkeit im Bereich von 400 bis 700 nm über 70% beträgt.
10. Transparente Folie gemäß Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Lichtdurchlässigkeit von über 90%.
11. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch maximale Lichtdurchlässigkeiten im Bereich von 400 bis 500 nm und 600 bis 700 nm.
12. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der fluoreszierende Stoff zu mindestens 70% molekular dispers verteilt in der Folie vorliegt.
13. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie aus mindestens einem der nachfolgend genannten Klassen von Polymermaterialien besteht: Polyester, Polyvinylchlorid, Polyolefine, Polyamide, Polystyrol, Polyacrylate, regenerierte Cellulose oder Polyacetate.
14. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, enthaltend als fluoreszierenden Stoff mindestens eine Verbindung ausgewählt aus folgenden Stoffklassen:

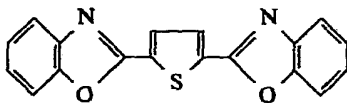
2,5-bis-Benzoxazol-2-yl-thiophene,  
 4,4'-bis-Benzoxazol-2-yl-stilbene,  
 4-Phenyl-4'-benzoxazol-2-yl-stilbene,  
 4,4'-Distyryl-biphenyle,  
 1,4-bis-Benzoxazol-2-yl-naphthaline,  
 1,2-bis-Benzoxazol-2-yl-ethene,  
 4,4'-bis-(Diphenyl-1,3,5-triazinyl)-stilbene,  
 4,4'-bis-(5-Phenyl-1,3,4-oxazol-2-yl)-stilbene,  
 3,7-Disubstituierte Cumarine oder  
 substituierte Naphthaline.

15. 4,4'-bis-Benzoxazol-2-yl-stilben der Formel



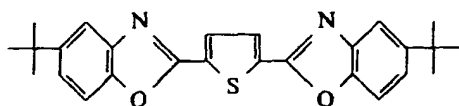
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.

16. 2,5-bis-Benzoxazol-2-yl-thiophen der Formel

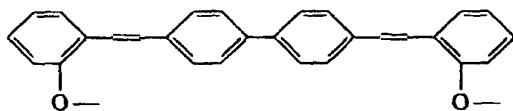


als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.

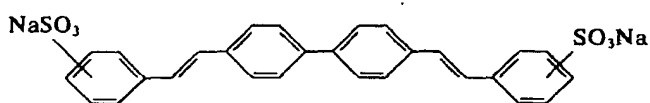
17. 2,5-bis-(5-tert-Butyl-benzoxazol-2-yl)-thiophen der Formel



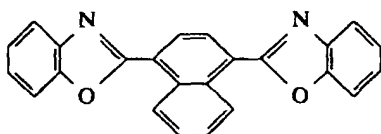
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
18. 4,4'-Di-(2-methoxy- $\beta$ -styryl)-biphenyl der Formel



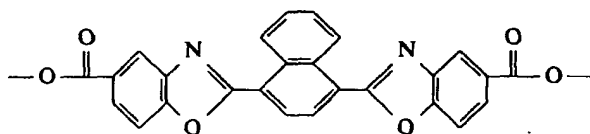
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
19. 4,4'-Disubstituierte Biphenyle der Formel



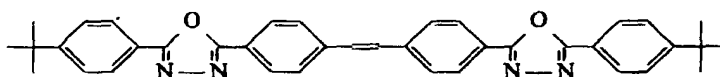
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
20. 1,4-bis-Benzoxazol-2-yl-naphthalin der Formel



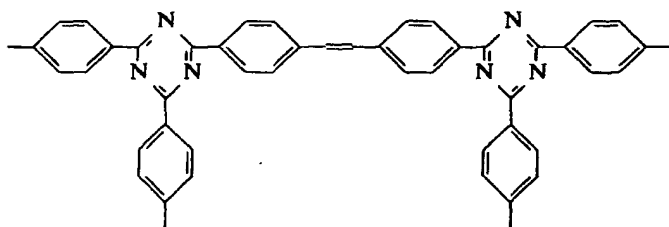
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
21. 1,4-bis-(5-Methoxycarbonyl-benzoxazol-2-yl)-stilben der Formel



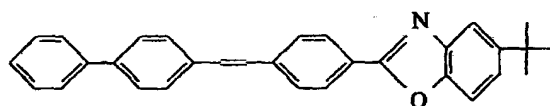
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
22. 4,4'-bis-[5-(4-tert-butyl)phenyl]-1,3,4-oxadiazol-2-yl-stilben der Formel



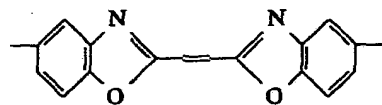
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
23. 4,4'-bis-[4,6-(p-tolyl)-1,3,5-triazin-2-yl]-stilben der Formel



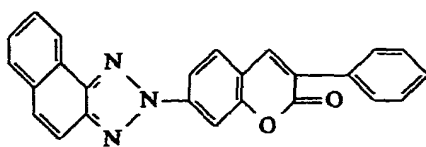
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
24. 4-Phenyl-4'-(5-tert-butyl)benzoxazol-2-yl-stilben der Formel



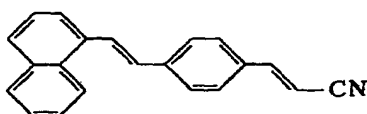
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
25. 1,2-bis-(5-Methylbenzoxazol-2-yl)-ethen der Formel



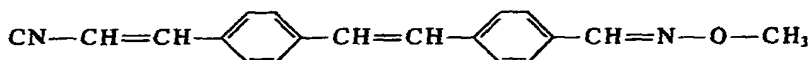
als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
26. 7-(Benzo[c]benzotriazol-2-yl)-3-phenylcumarin der Formel



als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
27. 1-[4-(2-Cyanoethenyl)-phenyl]-2-(naphthalin-1-yl)-ethen der Formel



als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
28. 4-(O-Methoximinomethyl)-4'-cyanoethenyl-stilben der Formel



- als fluoreszierender Stoff gemäß Anspruch 14.  
29. Transparente Folie gemäß Anspruch 13, aus einem Polyester enthaltend einen fluoreszierenden Stoff gemäß Anspruch 15, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27 oder 28.  
30. Transparente Folie gemäß Anspruch 13, aus einem Polyamid enthaltend einen fluoreszierenden Stoff gemäß Anspruch 22 oder 24.  
31. Transparente Folie gemäß Anspruch 13, aus einem Polyvinylchlorid enthaltend einen fluoreszierenden Stoff gemäß Anspruch 17, 18 oder 20.  
32. Transparente Folie gemäß Anspruch 13, aus einem Polyolefin enthaltend einen fluoreszierenden Stoff gemäß Anspruch 17, 18 oder 20.  
33. Transparente Folie gemäß Anspruch 13 aus regenerierter Cellulose enthaltend einen fluoreszierenden Stoff gemäß Anspruch 19.  
34. Transparente Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 33 enthaltend weitere Hilfs- und Zusatzstoffe.  
35. Verwendung einer transparenten Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34 zur Steigerung der Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Zellen.  
36. Verwendung einer transparenten Folie gemäß Anspruch 35 zur Steigerung der Photosyntheserate von Pflanzen.  
37. Verfahren zur Steigerung der Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Zellen, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34 in den Strahlengang zwischen Lichtquelle und Zelle anordnet.  
38. Verfahren zur Steigerung der Photosyntheserate von Pflanzen gemäß Anspruch 37.  
39. Verfahren gemäß Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle Tageslicht dient.  
40. Verfahren gemäß Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle Kunstlicht dient.  
41. Anordnung zur Steigerung der Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Zellen, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang zwischen Lichtquelle und Zelle eine Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34 angebracht ist.  
42. Anordnung zur Steigerung der Photosyntheserate von Pflanzen, dadurch gekennzeichnet, daß im

Strahlengang zwischen Lichtquelle und Pflanze eine Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34 angebracht ist.

43. Anordnung gemäß Anspruch 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle Tageslicht dient.  
 44. Anordnung gemäß Anspruch 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle Kunstlicht dient.  
 45. Verfahren zur Herstellung einer transparenten Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß man den fluoreszierenden Stoff mittels Transferdruck auf die Folie aufbringt. 5  
 46. Verfahren zur Herstellung einer transparenten Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß man die Folie mit einer Lösung des fluoreszierenden Stoffes behandelt.  
 47. Verfahren zur Herstellung einer transparenten Folie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß man den fluoreszierenden Stoff vor der Folienherstellung in das Polymermaterial einarbeitet. 10

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft transparente Folien, enthaltend einen fluoreszierenden Stoff mit einem Fluoreszenzmaximum von etwa 450 nm, deren Verwendung zur Steigerung der Photosyntheserate und zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums sowie Verfahren zu deren Herstellung. 15

Es sind bereits teilweise transparente Folien enthaltend Farbstoffe oder fluoreszierende Farbstoffe zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums bekannt geworden. Die Schweizer Patentschrift CH 515 957 betrifft durchsichtige Folien oder Platten, die neben den üblichen Hilfsstoffen einen Farbstoff mit einem Durchlässigkeitsminimum im Bereich von 380 bis 590 nm und ein Durchlässigkeitsmaximum von 660 bis 750 nm enthalten. In ähnlicher Weise wird in der österreichischen Patentschrift AT-270 288 vorgeschlagen, das Pflanzenwachstum durch im Bereich des roten Lichtes (600—700 nm) fluoreszierende Farbstoffe, die auf geeigneten Trägern aufgebracht sind, zu verbessern. Daran schließt sich das aus der EP-A-00 77 496 bekannte Verfahren an, in welchem Licht der Wellenlänge 470 bis 600 nm mittels fluoreszierender Farbstoffe absorbiert und im Bereich von 600—700 nm emittiert wird. 20 25

Diesen, aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen und Verfahren, liegt das Wirkungsprinzip zugrunde, die Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Pflanzen durch ein zusätzliches Angebot von Licht der Wellenlänge 600—700 nm anzuregen.

Demgegenüber wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Pflanzen durch Licht ausgehend von fluoreszierenden Stoffen mit einer Absorption im Bereich von 300—400 nm (nahes UV) und einer Emission im Bereich von 430 bis 470 nm anzuregen. Als Trägermaterial für die fluoreszierenden Stoffe wird eine transparente Folie vorgeschlagen. 30

Die Erfindung betrifft somit transparente Folien, enthaltend einen fluoreszierenden Stoff, dadurch gekennzeichnet, daß der fluoreszierende Stoff Licht der Wellenlänge von 300 bis 400 nm absorbiert und ein Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm fluoresziert und daß die Folie den fluoreszierenden Stoff in einer solchen Menge enthält, daß bei Tageslicht die Transmission im Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm zu mehr als 10% verstärkt wird. 35

Fluoreszierende Stoffe der zuvor genannten Art sind an sich bekannt (beschrieben z. B. in "Fluorescent Whitening Agents"; A. Müller, Herausg.; Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1975) und finden in zahlreichen industriellen Bereichen zur Verbesserung der farblichen Eigenschaften Verwendung. Erfindungsgemäß können diejenigen fluoreszierenden Stoffe Verwendung finden, die im nahen UV-Bereich (300 bis 400 nm) absorbieren und die so empfangene Anregungsenergie im Bereich von 430 bis 470 nm, vorzugsweise 430 bis 450 oder 450 bis 470, insbesondere 440 bis 460, ganz besonders im Bereich von 445 bis 460 nm emittieren. 40

Durch das Aufbringen des fluoreszierenden Stoffes auf eine transparente Folie wird die Transmission des Tageslichtes in den zuvor genannten Bereichen um mindestens 10%, in Abhängigkeit von der optischen Qualität der Folie, der Menge des fluoreszierenden Stoffes und dessen Quantenausbeute, der Relation sowie die Lichtmenge an UV-Licht der Wellenlänge 300—400 nm und der Lichtmenge des auf die Folie eingestrahnten Lichtes in den vorgenannten Intervallen innerhalb von 430 bis 470 nm, eine Verstärkung durch Fluoreszenz von mehr als 20, 50 oder gar 100% erreicht. 45 50

Als Verstärkung der Transmission durch Fluoreszenz wird die bei gleichzeitiger Einstrahlung von UV-Licht im Bereich von 300 bis 400 nm gemessene Erhöhung der Lichtmenge im jeweils angegebenen Fluoreszenzbereich auf der der Lichtquelle abgewandten Seite der Folie verstanden. Tageslichtquelle ist der bedeckte Himmel oder eine an die Strahlung des bedeckten Himmels angepaßte künstliche Lichtquelle. Routinemäßig wird die spektrale Zusammensetzung des Tageslichts in Meßapparaturen mittels einer standardisierten D65-Tageslichtquelle simuliert (A. Brocker in "Fluorescent Whitening Agents", Thieme 1975, S. 23). 55

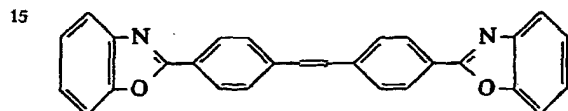
Transparente Folien sind Folien mit einer Lichtdurchlässigkeit von über 70%, vorzugsweise über 90% im Bereich von 400 bis 700 nm. In besonders vorteilhafter Weise geeignet sind transparente Folien mit einem Lichtdurchlässigkeitsmaximum im Bereich von 400—500 nm und 600—700 nm.

Erfindungsgemäß kann prinzipiell jede Folie Verwendung finden die das zuvor genannte Kriterium der Lichtdurchlässigkeiten erfüllt. Insbesondere sind Folien aus den nachfolgenden Polymerklassen geeignet: Polyester; Polyvinylchlorid; Polyolefine, wie Polyethylen, Polypropylen; Polyamide; Polystyrol; Polyacrylate; regenerierte Cellulose, wie Cellophan® oder Polyacetate. 60

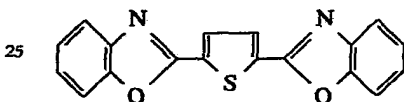
Als fluoreszierende Stoffe sind prinzipiell alle Stoffe, welche bei 300—400 nm absorbieren und deren Emissionsmaximum im Bereich von 430—470 nm liegt, geeignet. Darüber hinaus sind diejenigen Stoffe bevorzugt, die in dem jeweils gewählten Polymermaterial molekular dispergierbar sind. Insbesondere geeignet sind fluoreszierende Stoffe der folgenden Stoffklassen: 65

- 2,5-bis-Benzoxazol-2-yl-thiophene,  
 4,4'-bis-Benzoxazol-2-yl-stilbene,  
 4-Phenyl-4'-benzoxazol-2-yl-stilbene,  
 4,4'-Distyryl-biphenyle,  
 5 1,4-bis-Benzoxazol-2-yl-naphthalene,  
 1,2-bis-Benzoxazol-2-yl-ethene,  
 4,4'-bis-(Diphenyl-1,3,5-triazinyl)-stilbene,  
 4,4'-bis-(5-Phenyl-1,3,4-oxazol-2-yl)-stilbene,  
 3,7-Disubstituierte Cumarine oder  
 10 substituierte Naphthaline.

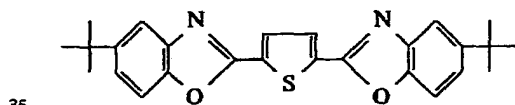
Im einzelnen werden folgende Verbindungen vorgeschlagen:  
 Verb. Nr. 1: 4,4'-bis-Benzoxazol-2-yl-stilben der Formel



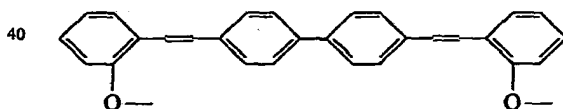
20 Verb. Nr. 2: 2,5-bis-Benzoxazol-2-yl-thiophen der Formel



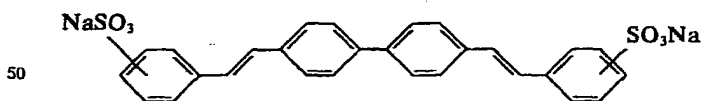
30 Verb. Nr. 3: 2,5-bis-(5-tert-Butyl-benzoxazol-2-yl)-thiophen der Formel



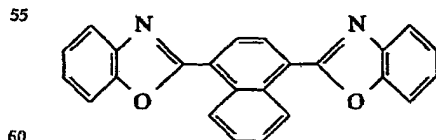
Verb. Nr. 4: 4,4'-Di-(2-methoxy-β-styryl)-biphenyl der Formel



45 Verb. Nr. 5: 4,4'-disubstituierte Biphenyle der Formel



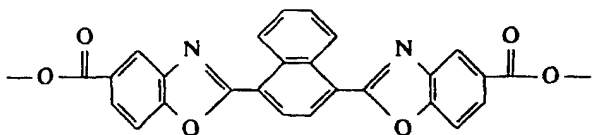
Verb. Nr. 6: 1,4-bis-Benzoxazol-2-yl-naphthalin der Formel



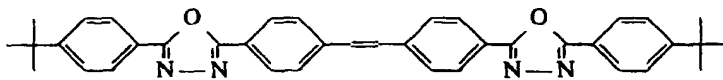
60 Verb. Nr. 7: 1,4-bis-(5-Methoxycarbonyl-benzoxazol-2-yl)-stilben der Formel

65

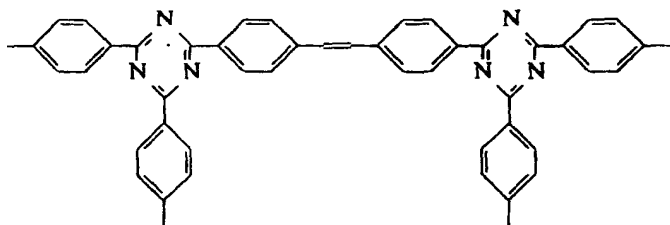




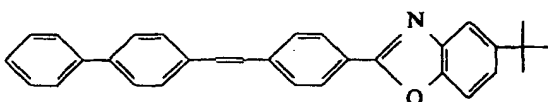
Verb. Nr. 8: 4,4'-bis-[5-(4-tert-butyl)phenyl]-1,3,4-oxadiazol-2-yl-stilben der Formel



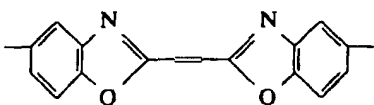
Verb. Nr. 9: 4,4'-bis-[4,6-(p-tolyl)-1,3,5-triazin-2-yl]-stilben der Formel



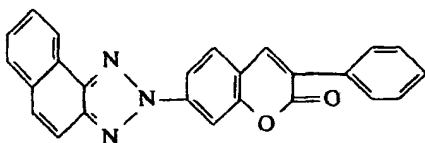
Verb. Nr. 10: 4-Phenyl-4'-(5-tert-butyl)benzoxazol-2-yl-stilben der Formel



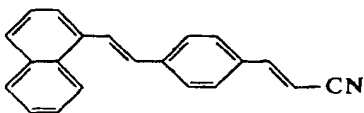
Verb. Nr. 11: 1,2-bis-(5-Methylbenzoxazol-2-yl)-ethen der Formel



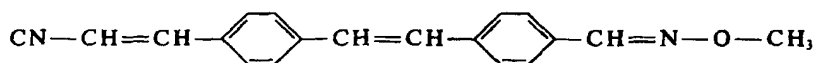
Verb. Nr. 12: 7-(Benzo[c]benzotriazol-2-yl)-3-phenylcumarin der Formel



Verb. Nr. 13: 1-[4-(2-Cyanoethenyl)-phenyl]-2-(naphthalin-1-yl)-ethen der Formel



Verb. Nr. 14: 4-(O-Methoximinomethyl)-4'-cyanoethenyl-stilben der Formel



Die erfindungsgemäß verwendbaren fluoreszierenden Stoffe können nach an sich bekannten Methoden auf den als Träger dienenden transparenten Film aufgebracht werden.

Bei der Auswahl der geeigneten Verfahren muß sichergestellt sein, daß der fluoreszierende Stoff auf dem transparenten Träger vorwiegend in molekular disperser Verteilung (gelöst) vorliegt. Als besonders geeignete Verfahren sind zu nennen, bei kleineren und mittleren Chargen: der Transferdruck, Tauch- und Streichverfahren bei mittleren und großen Chargen: das Einarbeiten des fluoreszierenden Stoffes in das Polymer sowie Tauch- und Streichverfahren.

Beim Transferdruck wird der fluoreszierende Stoff zunächst auf ein — meist aus Baumwollgewebe oder Papier bestehendes — Trägermaterial aufgegeben. Die zu bedruckende transparente Folie wird sodann in engen Kontakt mit dem Trägermaterial gebracht. Der Übertritt des fluoreszierenden Stoffes in die Folie wird dann, wie beim Transferdruck üblich, durch Erhitzen unter Kontakt bewirkt.

Zahlreiche Polymere verquellen unter Einwirkung geeigneter Lösungsmittel und können so in dem Lösungsmittel gelöste Stoffe aufnehmen, die dann nach Entfernen des Lösungsmittels im Polymer molekulardispers verteilt zurückbleiben. Mittels dieses Effektes können die fluoreszierenden Stoffe durch Tauch- und Streichverfahren mit Lösungsmittelbädern oder mit Lösungsmitteln molekulardispers in die transparente Folie eingearbeitet werden.

In besonders vorteilhafter Weise kann der fluoreszierende Stoff auch als Zuschlagsstoff in das Polymermaterial vor der Folienherstellung eingearbeitet werden. Dabei kann der fluoreszierende Stoff sowohl durch Einschmelzen oder Vermischen in das zur Folienherstellung dienende Granulat eingearbeitet sein oder er wird bei der Folienextrusion in üblicher Weise wie andere Additive zudosiert und so in der Schmelze des Polymers gelöst. Auch können die fluoreszierenden Stoffe auf der Stufe der Polymerisation oder Polykondensation zugegeben werden.

In Abhängigkeit von dem polymeren Trägermaterial, in welchem sie enthalten sind, können die Emissionsmaxima der fluoreszierenden Stoffe innerhalb bestimmter Grenzen variieren.

Für Polyester besonders geeignet sind die Verbindungen Nr. 1, 2, 6, 7 und 9 bis 14. Für Polyamide besonders geeignet sind die Verbindungen 8 und 10. Die Verbindungen 3, 4 und 6 sind bei Polyvinylchlorid oder bei Polyolefinen bevorzugt. Verbindung 5 ist bei regenerierter Cellulose besonders geeignet.

Die transparenten Folien können neben den anmeldungsgemäßen fluoreszierenden Stoffen noch weitere in der Folienherstellung gebräuchliche Hilfs- und Zusatzstoffe enthalten, wie Weichmacher, Stabilisatoren, Stützgewebe, Härter etc. in begrenztem Umfang auch UV-Absorber.

Die Konzentration der fluoreszierenden Stoffe in der Folie wird durch den jeweiligen angestrebten Verstärkungseffekt bestimmt und kann durch einfache Vorversuche ermittelt werden. Im allgemeinen liegt der fluoreszierende Stoff in Konzentrationen von 0,01 bis 1% molekular dispers verteilt in der als Trägermaterial dienenden Folie vor.

Das der Erfindung zugrunde liegende Prinzip kann als eine Lichtverstärkung im Bereich von 430 bis 470 nm verstanden werden. In diesem Bereich liegt das kurzwellige Absorptionsmaximum des Chlorophylls. Demgemäß können die erfindungsgemäßen Folien zur Anregung der Photosyntheserate chlorophyllhaltiger Zellsysteme Verwendung finden. Neben den landgebundenen Pflanzen können insbesondere auch im wäßrigen Medium lebende Zellsysteme, wie etwa Algen in vorteilhafter Weise durch die anmeldungsgemäße transparente Folie in ihrem Wachstum beeinflußt werden.

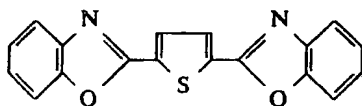
Die erfindungsgemäßen Folien sind insbesondere geeignet zur Verwendung in der Landwirtschaft, im Obst- oder Gartenbau.

Die anmeldungsgemäßen Folien werden in an sich bekannter Weise zwischen die Pflanzen und die Lichtquelle, in der Regel Tageslicht so angebracht, daß der größte Teil des auf die Pflanze fallenden Lichtes durch die Folie hindurchtritt und in der zuvor beschriebenen Art mittels Fluoreszenz im Bereich von 430 bis 470 nm verstärkt wird. In der praktischen Anwendung können die Folien daher über das Saatgut enthaltende Erdreich oder über die Pflanze gelegt oder mittels geeigneter Konstruktionen in an sich bekannter Weise als Pflanzentunnel oder Gewächshausabdeckungen verwendet werden.

Die erfindungsgemäßen Folien sind insbesondere geeignet das begrenzte Lichtangebot insbesondere bei bedecktem Himmel durch Fluoreszenzlicht zu verbessern: In Abhängigkeit von der jeweiligen Pflanzensorte kann eine bestimmte Lichtmenge als unterster Schwellenwert angenommen werden, unterhalb derer die Photosyntheserate der Pflanze bzw. der chlorophyllhaltigen Zelle nicht mehr ausreicht, um die Pflanze bzw. die Zelle am Leben zu erhalten. Aufgrund eines orientierenden Versuchs (Beispiel 2b) kann dieser Wert in der Größenordnung von etwa  $1000 \mu\text{Watt cm}^{-2}$  für Brunnenkresse als Versuchspflanze angenommen werden. Messungen der Lichtintensität von Tageslicht bei bedecktem Himmel (Beispiel 2c) zeigen, daß unter den in gemäßigten Breiten oft vorkommenden Bedingungen eines bedeckten Himmels bereits dieser Grenzwert erreicht wird. Durch Fluoreszenz kann das Lichtangebot im für die Pflanze verwertbaren Bereich von 430–470 nm in solchem Maß erhöht werden, daß die Lichtintensität nicht unter dem für das Pflanzenwachstum kritischen Wert absinkt.

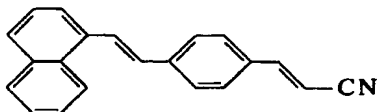
#### Beispiel 1

Folie: Polyesterfolie Melinex Typ 0, Hersteller ICI, Foliendicke 75  $\mu\text{m}$   
Fluoreszierender Stoff — 2,5-bis-Benzoxazol-2-yl-thioben der Formel



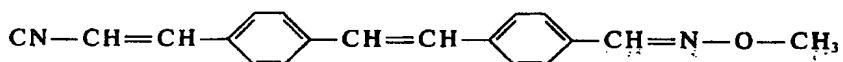
(Verbindung Nr. 2)

— 1-[4-(2-Cyanoethenyl)-phenyl]-2-(naphthalin-1-yl)-ethen der Formel



(Verbindung Nr. 12)

— 4-(O-Methoximinomethyl)-4'-cyanoethenyl-stilben der Formel



(Verbindung Nr. 13)

Photometer:  
Kerry 219 — Photometer

Lampen:  
Halogen-Wolfram-Lampe, 150 Watt, Xenophot, Osram, HLX 64640

Der fluoreszierende Stoff wird nach dem HT-Verfahren auf die Folie appliziert. Zur Anwendung wird die Polyesterfolie mit einem Gehalt von 0,1% der vorgenannten Verbindung eingefärbt. Das Flottenverhältnis beträgt 1 : 50, wobei als Dispergator 1 g/l Irgasol P verwendet wird. Das Färbebad wird in einem Druckgefäß innerhalb von 30 Min. von 40 auf 130°C aufgeheizt und weitere 30 Min. bei 130°C belassen. Nach dem Erhalten wird die Folie mit Aceton nachgespült.

Die Transmissionswerte bei 430, 440, 450, 460 und 470 nm sind in Tabelle I zusammengestellt:

Tabelle I

Wellenlänge [nm]	Transmission [%]		
	Verb. Nr. 2	Verb. Nr. 12	Verb. Nr. 13
430	130	90	120
440	140	112	122
445	132	116	120
450	128	118	118
460	122	116	112
470	116	112	106

#### Beispiel 2 Beeinflussung des Pflanzenwuchses durch Fluoreszenzlicht

##### Beispiel 2a: Normierung der Tageslichtlampe

Als Tageslichtquelle wird eine 100-W-Pflanzenlichtlampe des Typs Ormalight verwendet. Die im Bereich von 25 bis 150 cm gemessene Lichtenergie ist in Tabelle II zusammengestellt:

Tabelle II

Abstand [cm] Lichtenergie [ $\mu\text{Watt} \cdot \text{cm}^{-2}$ ] (unkorr.)

25	4600
50	1500
75	870
100	530
125	420
150	240

##### Beispiel 2b: Bestimmung des limitierenden Lichtangebotes

In einer abgedunkelten Kammer werden in Töpfen angesäte Samen der Brunnenkresse mit einer Tageslicht-

lampe gemäß Beispiel 2a in 25, 50, 75, 100, 125 und 150 cm Entfernung von oben beleuchtet. Nach 4 Wochen wird der Zustand der Pflanzen bewertet. Die aus 25 und 50 cm Entfernung beleuchteten Pflanzen entwickeln sich normal, während die aus 75, 100, 125 und 150 cm beleuchteten Pflanzen abgestorben sind.

5 Beispiel 2c: Bestimmung der Tageslichtmenge bei stark bedecktem Himmel

Am 4. Juni 1984 um 9.00 wird mittels eines Radiometers UDT 140 X in Basel/Schweiz, die Lichtmenge wie folgt gemessen:

10 Gesamtlicht (300—700 nm):	ca. 1200 $\mu\text{Watt cm}^{-2}$
UV-Anteil (300—400 nm):	ca. 120 $\mu\text{Watt cm}^{-2}$
sichtbarer Anteil (400—700 nm):	ca. 1080 $\mu\text{Watt cm}^{-2}$

Beispiel 2d: Pflanzenwachstum bei ungenügendem Tageslicht und zusätzlichem Fluoreszenzlicht

15 Tageslichtquelle:	Lampe gemäß Beispiel 2a
UV-Lichtquelle:	UV-Lampen der Firma Camag (Katalog Nr. 29230) mit einem Emissionsmaximum bei 366 nm.
UV-Filter:	Zur Sicherstellung, daß kein sichtbares Licht von den UV-Quellen der Versuchsanordnung geleitet wird, sind die Austrittsöffnungen mit UV-Filtern des Typs UV-11 (Transmissionsbereich 250—400 nm) der Firma Schott und Schleifer abgedeckt.
20	

Untersuchte Folien:

- 25 Folie A = Polyesterfolie Melinex Typ 0, Hersteller ICI, Foliendicke 75  $\mu$ .  
 Folie B = Folie gemäß Beispiel 1, enthaltend 0,1% an Verbindung 2  
 Folie C = Folie gemäß Beispiel 1, enthaltend 0,1% an Verbindung 12  
 Folie D = Folie gemäß Beispiel 1, enthaltend 0,1% an Verbindung 13

30 Die in Töpfen angesäten Samen der Brunnenkresse werden in einer Dunkelkammer zwischen zwei seitlich aufgestellten UV-Lichtquellen, die mit den transparenten fluoreszierenden Folien überzogen sind, aufgestellt und ihr Wachstum mit einer Blindprobe (Folie A) verglichen. Die gesamte Versuchsanordnung wird von oben im Abstand von 75 cm mit einer Tageslichtlampe gemäß Beispiel 2a bestrahlt. Das Wachstum der Versuchspflanzen wird wöchentlich bewertet.

35 Die durch die Folien B, C und D bestrahlte Brunnenkresse entwickelt sich normal, wobei eine starke Bevorzugung der seitlichen Wuchsrichtung zu den UV-Lichtquellen hin beobachtet wird. Abgesehen davon entwickeln sich die Pflanzen bis zur 9. Woche, in der der Versuch abgebrochen wurde, normal. Die durch Folie A bestrahlte Brunnenkresse keimt zunächst normal und wächst gerade nach oben. In der zweiten Woche zeigt sich ein starker "Angstwuchs". In der dritten Woche beginnen die Pflanzen zu verkümmern und sind in der vierten Woche  
 40 abgestorben.

45

50

55

60

65